



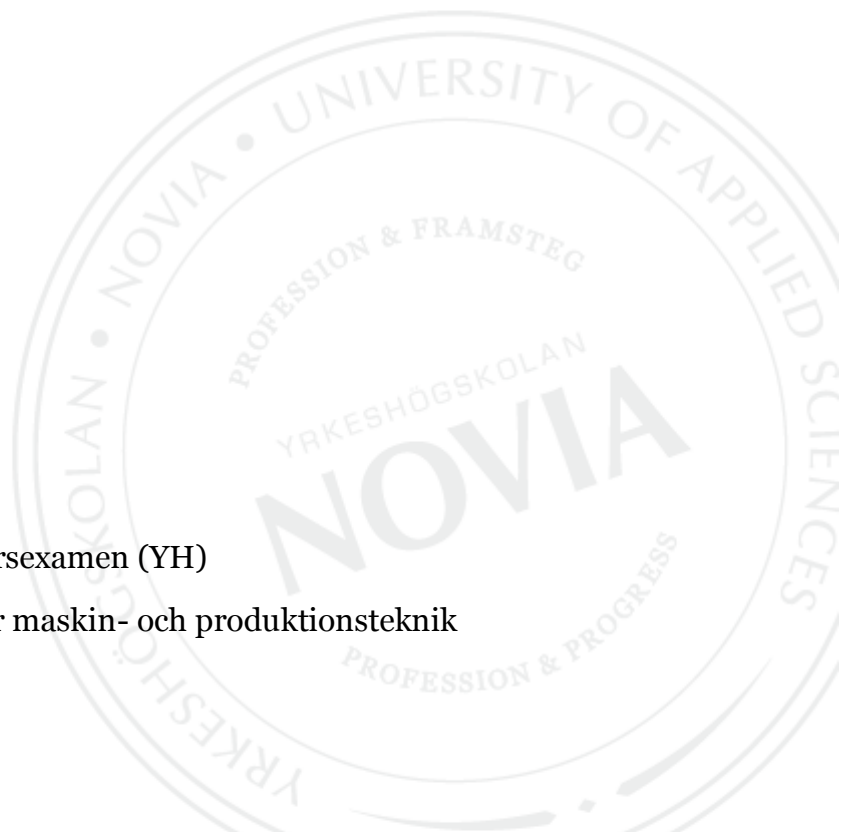
Standardisering av hydraulslangsbeteckningar

Linus Enström

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för maskin- och produktionsteknik

Vasa 2016



EXAMENSARBETE

Författare: Linus Enström

Utbildningsprogram och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa

Inriktningsalternativ: Maskinkonstruktion

Handledare: Holger Sved, Sören Snellman

Titel: *Standardisering av hydraulslangsbeteckningar*

Datum 3.11.2016 Sidantal 26 Bilagor 1

Abstrakt

Detta examensarbete utfördes i samarbete med LKI Källdman Ltd i Bennäs. Uppgiften var att utveckla en standard för att kunna precisera och tolka beteckningar på de hydraulslangar som används, allt på ett logiskt och entydigt sätt. Anvisningarna skulle vara i överensstämmelse med LKI Källdmans produktion och deras nuvarande slangleverantör.

Teoridelen tar upp olika komponenter för hydraulslangar och olika standarder som används för slangar och kopplingars gängor och tätningar. Nödvändig information om den slangsammanställning som ska tillverkas förklaras. Montering och åtgärder för förbättrad livslängd behandlas, samt grunder för slangdimensionering.

Uppgiften innehöll studier om hydraulslangars uppbyggnad och den väsentliga information som behövs för att korrekt kunna tillverka en slangsammanställning. Olika beteckningssystem granskades och en lämplig metod för LKI:s produktion bestämdes. En standard för detta utarbetades och implementering för företagets ERP-system blev förberedd. Komponenter med bristfällig information preciserades enligt den utarbetade standarden.

Resultatet av detta examensarbete blev en enhetlig metod för utformning och uttydning av hydraulslangsbeteckningar. Standarden som utvecklades innehåller tydliga riktlinjer för hur dessa bör utformas.

Språk: svenska Nyckelord: hydraulslang, beteckningar

Förvaras: Webbiblioteket Theseus.fi

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Linus Enström

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Konesuunnittelu

Ohjaajat: Holger Sved, Sören Snellman

Nimike: *Hydrauliletkujen merkintöjen standardisointi*

Päivämäärä 3.11.2016 Sivumäärä 26 Liitteet 1

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on suoritettu yhteistyössä LKI Källdman Ltd:n kanssa Pännäisissä. Tehtävän tarkoitus on ollut kehittää standardi, jonka avulla voidaan loogisella ja yksiselitteisellä tavalla eritellä ja tulkita merkinnät hydrauliletkuilla joita käytetään LKI:n tuotannossa. Nämä ohjeet ovat yhtäpitäviä LKI:n tuotannon ja heidän nykyisen hydrauliletkutoimittajan kanssa.

Teoriaosa käsittää hydrauliletkujen komponentteja ja ne eri standardit joita käytetään letkuissa ja hydraulikytkentöjen kierteissä ja tiivisteissä. Teoriaosassa on myös tietoa valmistettavasta hydrauliletkuyhdistelmästä. Asennusta ja toimenpiteitä eliniän parantamiseen käsitellään, sekä letkumitoituksen perusteita.

Tehtävä on sisältänyt tutkimukset hydrauliletkujen rakenteista ja oleellista tietoa jotta voidaan valmistaa asianmukainen hydrauliletkuyhdistelmä. Erilaisia merkintäsystemejä on tutkittu ja sopiva menetelmä LKI:n tuotantoon on määritelty. Standardi tälle menetelmälle on tehty ja täytäntöönpano yrityksen ERP-systeemiin on valmisteltu. Komponentit riittämättömillä tiedoilla on tarkennettu laaditun standardin mukaan.

Opinnäytetyön tulos on standardisoitu menetelmä hydrauliletkujen merkitsemiselle. Kehitetty standardi sisältää tarkat suuntaviivat näiden muodostamiseen.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: hydrauliletku, merkinnät

Arkistoidaan: Verkkokirjastossa Theseus.fi

BACHELOR'S THESIS

Author: Linus Enström

Degree Program: Mechanical and Production Engineering, Vaasa

Specialization: Mechanical Construction

Supervisors: Holger Sved, Sören Snellman

Title: *Standardization of hydraulic hose designations*

Date 3.11.2016 Number of pages 26 Appendices 1

Abstract

This thesis has been done in cooperation with LKI Källdman Ltd in Pännäinen, Finland. The purpose of the task was to create a standard that can be used to specify and interpret the designations of the hydraulic hoses that are used in the manufacturing, all in a logical and unambiguous way. These instructions correspond to the production of LKI Källdman and their current hydraulic hose supplier.

The theory part of this text includes descriptions of the components for hydraulic hoses and the different standards that are used for hoses and the threads and seals in the fittings. Necessary information for assembling a complete hose is explained. Installation and measures to extend the life span is discussed, including some bases in hose sizing.

The task has included studies in the construction of a hydraulic hose and the essential information that is needed to correctly produce a hydraulic hose assembly. Various designation systems have been inspected and an appropriate method has been determined. A standard for this has been developed and an implementation for the companies ERP-system has been prepared. Components with inadequate information have been specified according to the developed standard.

The result of this thesis is a standardized method for designation of hydraulic hoses. The developed standard contains distinct guidelines on how these shall be designed.

Language: Swedish Key words: hydraulic hose, designations

Filed at: Web library Theseus.fi

Ordförklaringar

ERP	Enterprise Resource Planning
FMS	Flexible Manufacturing System
FIFO	First In, First Out
ISO	International Organization for Standardization
EN	European Standard
DIN	Deutsches Institut für Normung
BSP	British Standard Pipe
SAE	Society of Automotive Engineers
JIC	Joint Industry Council
ORFS	O-Ring Face Seal
JIS	Japanese Industrial Standard
UNF	United National Fine
NPSH	Net Positive Suction Head
IRH	International Rubber Hardness

Förord

Med detta examensarbete slutför jag mina ingenjörstudier inom maskinkonstruktion vid Yrkeshögskolan Novia. Examensarbetet utfördes i samarbete med LKI Källdman Ltd i Bennäs under sommaren och hösten 2016.

Mina handledare var Sören Snellman på LKI och Holger Sved på Novia. Jag vill framföra ett stort tack till LKI Källdman som erbjöd mig denna intressanta uppgift samt den hjälp jag fått av mina handledare, på företaget och i skolan.

Nykarleby 3.11.2016

Linus Enström

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte.....	1
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Företaget	2
1.5 Disposition	3
2 Problemformulering	4
3 Teori	5
3.1 Slangstandard	5
3.1.1 Slangdimensioner	6
3.1.2 Vätskekompatibilitet.....	6
3.1.3 Böjningsradie	7
3.1.4 Förvaring.....	7
3.2 Slangkopplingar	8
3.2.1 Gångtyper.....	9
3.2.2 Tryckklasser	11
3.2.3 Tätning	12
3.3 Slangsammanställning	13
3.3.1 Kopplingar	13
3.3.2 Slanglängd.....	14
3.3.3 Trycktålighet	15
3.3.4 Livslängd.....	15
3.3.5 Säkerhet.....	16
3.4 Slangdimensionering	16
3.5 Utformning.....	18
3.6 Montering	18
4 Tillvägagångssätt	19
4.1 Förstudier	19
4.2 Leverantören	20
4.3 Beteckningssystem	20
4.4 Standarden	22
4.5 Implementering	22
5 Resultat.....	24
6 Diskussion	25
Källförteckning	26
Bilagor	

1 Inledning

På sommaren 2016 kontaktades företaget LKI Källdman Ltd angående en lämplig uppgift att utföra åt dem som mitt examensarbete. LKI var för mig ett bekant företag, praktik hade utförts där i ett tidigare skede. Efter en tids funderande kom de med ett lämpligt förslag.

Vi bestämde ett första planeringsmöte på LKI, där Sören Snellman och Jonas Jåfs förklarade utförligare vad problemet var och vad som var syftet med uppgiften. Holger Sved på Novia kontaktades och han ansåg detta vara ett lämpligt åtagande.

1.1 Bakgrund

Hydraulslangar är väldigt viktiga komponenter i de sammanhang de används. Trots korrekt tillverkning och montering är de ofta en av de svagaste länkarna i ett hydrauliksystem. Därav är det av största betydelse att detta görs av kunnig personal. Företagen beställer ofta hydraulslangar av underleverantörer, då det skulle krävas en del extra resurser för att tillverka slangar med hög kvalitet själv.

De hydraulslangar som används vid LKI har till stor del planerats av utomstående företag och det är en anledning till att det finns flera olika benämningssystem som åtföljts. De slangar som ska användas när en ny maskin ska tillverkas beställs automatiskt då lagerstatusen i deras ERP-system ändras, och det i sin tur är länkat till leverantörens ERP-system.

1.2 Syfte

Examensarbetets syfte är att utveckla en standard som företagets personal ska kunna följa när de anger specifikationerna på nya hydraulslangar som används på LKI-maskiner. Standarden ska vara lättförståelig och logisk, så missförstånd undviks och så att de övriga anställda har möjlighet att tolka slangarnas beteckningar korrekt. Information om hydraulslangens olika komponenter och dess egenskaper ska vara tydligt beskrivna. Tillräcklig information om slangarna behövs främst vid reservdelsförsäljning och konstruktion.

1.3 Avgränsningar

Detta examensarbete begränsas till de flexibla hydrauliska förbindelseelementen, d.v.s. hydraulslangar och deras kopplingar. Uppgiften innefattar fördjupning i de elementära komponenterna och de metoder som används vid slangsammanställning. På LKI:s maskiner används även hydraulrör då det är möjligt. De är funktionssäkrare, billigare och har bättre livslängd än slangar, men de behandlas inte i detta examensarbete.

1.4 Företaget

LKI Källdman Ltd är ett företag som tillverkar automatiserade plåthanteringssystem, främst för stansmaskiner och laserskärmaskiner. De tillverkar också olika lösningar för FMS och intralogistik. Deras huvudsakliga kund är Amada Co. Ltd i Japan, som är en av de världsledande tillverkarna av plåtbearbetningsmaskiner. Amada är numera även delägare i LKI. Över 90 % av produkterna som tillverkas vid LKI går på export till Europa och Nordamerika. Företaget har ca 150 anställda.

Företaget bildades år 1979 av Leif Källdman som då utförde underleverantörsarbeten i form av svarvning och fräsning. År 1984 tillverkades den första egna produkten ”Poscontrol” som var ett programmerbart mothåll för kantpressar. 1991 utvecklades det första in- och utmatningssystemet för revolverstansmaskiner. Tillverkningen av utrustning till Amada började år 1994.

2001 byggdes en ny produktionshall för tillverkning av maskinramar och andra komponenter. År 2008 blev LKI prisbelönat för att vara ”det starkaste i Finland inom små och medelstora företag”. Ett samarbetsavtal tecknades med robottillverkaren KUKA år 2013.

LKI Källdman är placerat i Bennäs och Lövä i Österbotten, Finland. Det finns också en enhet för mjukvaruprogrammering i Villmanstrand i Södra Finland. (LKI 2016).



Figur 1. LKI:s logo (LKI 2016)

1.5 Disposition

Här följer en förklaring till vad de olika kapitlen innehåller:

- Kapitel 1 inleder med en kort bakgrund av användningen av hydraulslangar samt de svårigheter företaget har i anslutning till dessa. Syfte och avgränsningar till examensarbetet åtföljs av en företagspresentation.
- Kapitel 2 fortsätter med en noggrannare förklaring till vad examensarbetet ska innehålla och de förväntade förbättringar som det bör medföra.
- Kapitel 3 tar upp teori om hydraulslangar. Här förklaras vad hydraulslangar är och var/varför de används. De olika komponenterna – slangar och kopplingar – beskrivs först enskilt och sedan som en sammanställning. Slangsammanställning benämns i detta dokument endast hydraulslang där det underförstått handlar om både slang och kopplingar.
- Kapitel 4 beskriver tillvägagångssättet vid utförandet av detta examensarbete. Här beskrivs hur standarden gjordes och den implementering som utfördes.
- Kapitel 5 presenterar resultatet av uppgiften.
- Kapitel 6 diskuterar de förbättringar som gjordes och de lärdomar författaren fick av examensarbetet.

2 Problemformulering

LKI använder idag ett antal olika hydraulslangar på deras maskiner. Slangarnas specifikationer varierar beroende på vilken maskinmodell de ska användas till. Alla slangar köps in från underleverantör.

Slangarnas nödvändiga utseende och egenskaper har till viss del planerats av utomstående företag som preciserat för underleverantören hur respektive slang bör se ut. Beställning av slangar sker med hjälp av en artikelnummer där endast tillverkaren har tillgång till de nödvändiga specifikationerna. Därav finns det inte så bra vetskap om slangarnas egenskaper på LKI, varje slangtillverkare har sina egna beteckningar på slangar och kopplingar.

Information som skulle behöva vara tydlig är:

- typ av slang
- typ av kopplingar
- slanglängd
- övriga specifikationer.

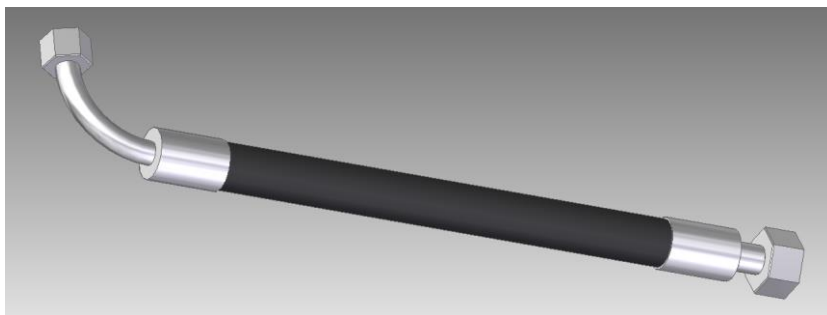
Avsaknaden av specifikationer på slangarna ställer till problem vid konstruktion, inköp och försäljning av reservdelar. För att råda bot på detta problem skulle det behövas ett standardiserat sätt att benämna slangarna på som beskriver dess egenskaper fullständigt, på ett enkelt och lättbegripligt sätt.

Examensarbetets innehåll:

1. Utredda olika alternativ och presentera dessa åt LKI.
2. Göra upp anvisningar.
3. Hjälpa till att implementera på befintliga slangar.

3 Teori

Hydrauliskt förbundna komponenter mellan vilka det ska förekomma relativ rörelse kräver någon form av flexibelt förbindelseelement. I dessa applikationer är hydraulslangen det mest använda alternativet. Dessa arbetar under varierande tryck, från nära absoluta nolltrycket till normalt systemtryck på ca 200–400 bar. Det viktigaste kravet i dessa sammanhang är att läckage inte får förekomma. (Ahlgren, Andersson & Ingvast 1988, s. 40).



Figur 2. Hydraulslang

3.1 Slangstandard

Slangen består av tre grundläggande delar: innerslang, armering och ytterhölje. Då innerslangen står i direkt förbindelse med arbetsmediet, bör denna vara av ett material som inte skadas av fluiden. Den behöver också vara tillräckligt tät, d.v.s. porositeten i materialet bör vara väldigt liten för att inte fluiden ska kunna tränga igenom till armeringen.

De slangmaterial som används mest är syntetiskt gummi, endera nitril- eller neoprengummi, samt termoplastiska material som polyamid och polyester. Ovanligare material är Teflon som används i vissa specialfall.

Slangar för hydraulikanvändning har alltid någon form av armering för att klara det inre över- eller undertrycket. Slangen kan ha ett eller flera armeringslager beroende på kravet av trycktålighet och flexibilitet. Idag används ofta en slang med två armeringslager av stålwire. Armeringen kan bestå av textilfläta, Kevlar-fläta eller stålwire-fläta och kan kombineras med en stålspiral. Stålwiren ger den högsta trycktåligheten. Slangar med sex stycken armeringslager är inte ovanliga, men då blir flexibiliteten i slangen dålig.

Ytterhöljets uppgift är att skydda slangkonstruktionen från yttre belastningar, mekaniska eller kemiska. Till de mekaniska hör främst nötning. De kemiska kan vara allt från olämpliga ämnen till ozon och UV-ljus.

Den första standarden för slangspecifikationer utarbetades år 1952. Den standarden – SAE J517 – delar in slangarna beroende på uppbyggnad, användningsändamål och trycktålighet. Idag efter flera revideringar från den första versionen delas de i 17 grupper: SAE 100 R1–R17. Det finns också några EN standarder för samma ändamål, EN 853–857. Observera att slangens tillåtna arbetstryck beror på dess dimension.

(Kauranne, Kajaste & Vilenius 2013, s. 421–422).



Figur 3. Gummislang med två lager stålwire-armering (Dunlop Hiflex 2014)

3.1.1 Slangdimensioner

Den effekt som överförs i hydrauliksystem varierar i tryck och volymström. Komponenternas storlek måste vara lämpliga för att hålla tryckfallen på en adekvat nivå och undvika för tidigt åldrande i komponenter p.g.a. värmeutveckling eller överdriven hastighet.

Det finns ett internationellt system som beskriver slangars innerdiameter som kallas för DASH-nummer. DASH-nummern anger slangens innerdiameter i 1/16-dels tum, exempelvis DASH-06 = 6/16 " = 3/8 ". I millimeter blir det: $3/8 * 25,4 \text{ mm} = 9,5250 \text{ mm}$. Nominell diameter, DN, blir i detta fallet 10. Nominella diametern används även den internationellt. DASH-nummern anger innerdiameteren för slangar, men ytterdiameteren för rör.
(Parker 2007, s. Aa-3).

3.1.2 Vätskekompatibilitet

Hydraulvätskans främsta uppgift är att överföra effekt från hydraulpumpen till det övriga hydrauliksystemet. Eftersom hydraulik anpassas till många olika system finns det också olika krav på den använda hydraulvätskan. Slangen bör vara kemiskt kompatibel med dels den använda fluiden, samt den omgivande miljön. Lämplighetskraven på fluider är exempelvis trycktålighet, smörjningsförmåga och viskositetens oberoende av temperaturen.

Grundfluidernas egenskaper är emellertid ofta otillräckliga, därav används tillsatser för att förbättra egenskaperna. Idag används mest mineralolja som fluid, men inom vissa områden

eftersträvas användning av biologiskt nedbrytbara oljor. I de fall där brandsäkra fluider krävs används glykol/vattenemulsioner. Det finns även vätskor som lämpar sig för livsmedelshantering och i specialfall används rent vatten, men det medför problem såsom korrosion. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2013, s. 112–130).

3.1.3 Böjningsradie

Detta refererar till den minsta böjningsradie på slangen som tillåts vid maximalt arbetstryck. Böjning med mindre radie än den rekommenderade leder till nedsatt mekanisk hållfasthet och möjligt haveri, eftersom armeringen kan skadas. Man bör helst undvika att använda sig av maximalt tryck och minimal böjningsradie. (Parker 2007, s. Aa-3)

3.1.4 Förvaring

De slangar som innehåller gummi har en märkbar naturligt pågående åldrandeprocess. Exempelvis halveras gummits livslängd vid en temperaturökning på 100 °C. Vidare så är gummi känsligt för UV-strålning, och ozon som uppkommer vid elektriska urladdningar. Ett system för att bestämma åldern på hydraulslangarna bör användas för att säkerställa att de används inom den beräknade hållbarhetstiden. Man bör använda sig av s.k. FIFO-princip baserat på tillverkningsdatum för slangen. Hållbarhetstiden för gummislang som är gjord av två eller flera material är svår att bestämma då många faktorer kan ha skadlig inverkan på dess livslängd.

Enligt DIN 20066 ska åldern på en slang som används till en sammanställning vara mindre än fyra år. Användningstiden för en hydraulslang bör inte överskrida sex år, inklusive en eventuell lagerhållningsperiod på högst två år.

ISO har också en egen standard för det här området som skiljer sig lite från de tyska riktlinjerna. ISO/TS 17165-2 säger att användningstiden för en slang gjord av två eller fler material inte bör överskrida tio år.

Bra slangförvaring:

- Förvara på en ren, sval och torr plats (\approx rumstemperatur).
- Undvik solljus, även genom fönster.
- Förvara inte nära elektrisk utrustning med hög effekt.
- Undvik UV-ljus.
- Undvik radioaktiva material.

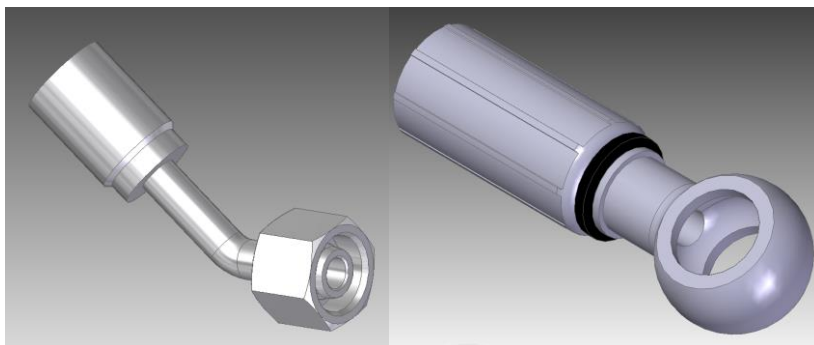
(Parker 2007, s. Aa-4)

3.2 Slangkopplingar

Slangkopplingarna måste ha perfekt passform med den port/koppling den ska anslutas till. Deras utseende är kraftigt influerade av tillverkningslandet. Trots många försök att rationalisera och minska på antalet kopplingstyper existerar fortfarande många olika standarder beroende på olika kundkrav och marknader m.m.

Generellt finns det fem olika huvudgrupper av kopplingar, dock med många olika variationer:

- brittiska BSP
- tyska DIN
- amerikanska SAE, JIC, ORFS och flänstätningar
- franska GAZ och Poclain
- japanska JIS.



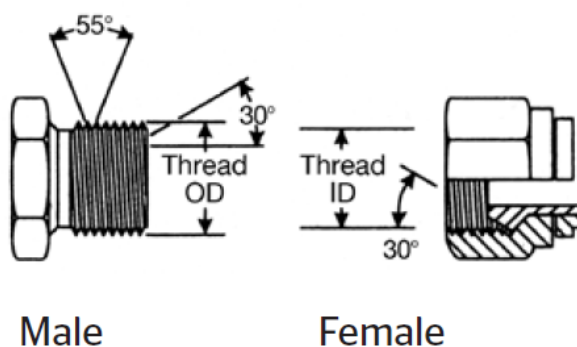
Figur 4. Vinkelkoppling med överfallsmutter och Banjo-koppling

3.2.1 Gängtyper

Gängtyperna för de olika kopplingarna skiljer sig för det mesta så mycket att kopplingar från olika huvudgrupper sällan går att kombinera. De olika grupperna har ibland även både koniska och raka gängor. De koniska har som uppgift att åstadkomma tätning i gängorna. I denna del behandlas endast de raka gängorna med en skild tätning som är det mest använda systemet idag. Gängdimension vid tummått anges ibland med DASH-storlek (se slangdimensioner), exempelvis $3/8'' = \text{DASH -06}$. Metriska gängor anges inte med detta system.

BSP

BSP har Whitworth gänga, vars gängvinkel är 55° . Diametern anges i tum och gängdelningen i gängor per tum (t.ex. 3/8-19). Den har en tätningskona med vinkeln 60° . Tätningskonan kan ha en O-ring. Den gängade hondelen – med överfallsnutt – har en utvändig kona.



Figur 5. BSP-koppling (Continental 2015)

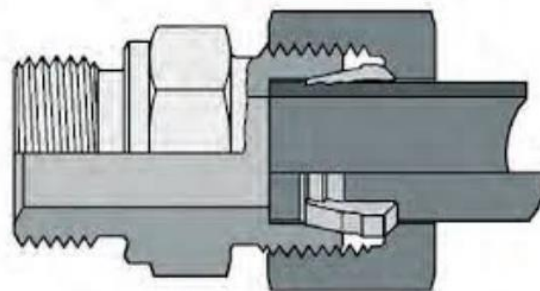
DIN

DIN har metrisk gänga. Fingänga i de mindre och grovgänga i de större kopplingarna ($> M30$). De delas in i tre kategorier:

- very light series (LL)
- light series (L)
- heavy series (S).

De olika kategorierna står för olika trycktålighet, som varierar efter kopplingens dimension. LL har endast 60° tätningskona och S har 24° tätningskona. Där emellan finns båda typerna med eller utan O-ring. Gängan definieras efter ytterdiameter och gängdelning i millimeter. Den gängade hondelen har utvändig kona.

DIN 24° är en vanlig typ av s.k. skärringskopplingar som används på rör eller rörstuds. Det är en tätningskona som pressas fast med hjälp av att röret hålls i sin motsvarande koppling och muttern dras fast. Kopplingarna finns specificerade i standard DIN 2353 eller ISO 8434-1.



Figur 6. Skärringskoppling (Specmahydraulics u.å.)

SAE 45°

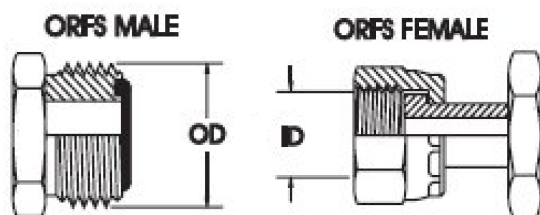
Den här har UNF-gänga och en tätningskona med vinkeln 90°. UN har gängvinkeln 60° jämfört med Whitworth som har vinkeln 55°. Gängans dimension anges likadant som BSP. Här är det den gängade handelen som har den utvändiga konan. Det finns också en SAE-koppling med en O-ring som tätningsselement och kona endast på den gängade hondelen.

JIC 37°

Här används UNF-gänga och en tätningskona med vinkeln 74°. Detta är en amerikansk kopplingstyp som ibland används i Europa. Även här är den utvändiga konan på den gängade handelen.

ORFS

ORFS har internationellt blivit en populär kopplingstyp. Denna koppling har UNF-gänga. Tätningskonan har ersatts med en platt tätningsyta med O-ring vilket ger bra långtids-egenskaper mot vibrationer p.g.a. O-ringens elasticitet.



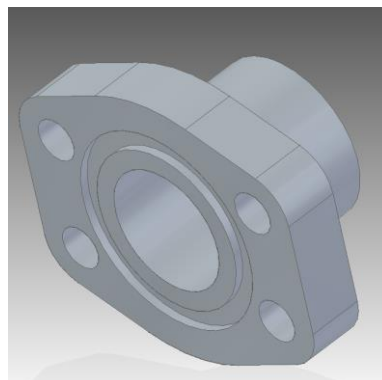
Figur 7. ORFS-koppling (Ryco u.å.)

SAE Flänstätningar

Flänsar med fyra bultar används internationellt för att ansluta slangar till pumpar, motorer, cylindrar m.m.

Tätningen sker med hjälp av en O-ring.

Det finns även några tillverkarspecifika flänstätningar bl.a. Caterpillar och Komatsu med små variationer jämfört med SAE.



Figur 8. SAE-flänstätning

GAZ

Är en sort med metrisk fingänga i alla kopplingar. De har en tätningskona med vinkeln 24° . De liknar DIN-kopplingarna men skiljer ofta i gängans delning, men med likadan tätningskona som S-serien.

GAZ Poclain

En typ av flänstätning med fyra bultar där tätningen åstadkomms med en 24° tätningskona.

JIS

JIS kan ha metrisk eller Whitworth-gänga. Tätningskonans vinkel är 60° men har ofta en inverterad kona jämfört med BSP, men det finns undantag.

(Parker 2007, s. Ab-25 & Ab-28; Gates 2015, s. C32–C42).

3.2.2 Tryckklasser

Trycktåligheten för DIN-kopplingar är beroende av storleken. De komponenter med större väggjocklek har högre tryckklass.

SAE Flänstätningarna delas in i två grupper enligt standard SAE J518. Kod 61 har tryckklass 3000–5000 psi beroende på kopplingens storlek och kod 62 har tryckklass 6000 psi oberoende av storlek. De olika flänsarnas utseende skiljer sig lite från varandra för att undvika hopblandning. De övriga SAE-kopplingarna går också efter samma system gällande tryckklasserna. I övrigt bör man referera till tillverkarnas specifikationer vad gäller trycktålighet på deras kopplingar. (Dunlop Hiflex 2014, s. 13).

3.2.3 Tätning

En tät förbindning uppnås främst på två olika sätt:

- Två ytor med mycket noggrann ytform och ytfinhet som sammanpressas.
- Ett mjukare material som deformeras plastiskt–elastiskt i kontakt med ett hårdare material.

Dessa två principer kan användas enskilt eller tillsammans.

Tätning ur den första kategorin åstadkomms med olika slags tätningskonor. De är oftast konor direkt i slangkopplingen, men det finns också möjlighet att använda kopplingar där man ska kraga en rörände före montering.

Vanliga tätningsselement ur den andra kategorin är:

- gummistålbricka
- kopparbricka
- O-ring.

Gummistålbrickan kallas i Finland för Usit-tiiviste. Det är en stålbricka med en fastvulkad gummiprofil på insidan. Stålbrickan bestämmer gummiprofilens maximala sammantryckning.

Kopparbrickan är mjuk och deformeras vid åtdragning. Deformationen åstadkommer att eventuella ojämnheter täpps till. Dock är kraven på ytfinheten stora för att en god tätning ska uppnås. En nackdel med kopparbrickan är att den lätt kan dras sönder och skada tätningsytorna. Av denna orsak är kopparbrickan olämplig i sammanhang med tryck över 70 bar.

O-ringen har blivit ett mycket omtyckt tätningsselement p.g.a. dess goda egenskaper att stå emot vibrationer. Den förekommer i många sammanhang inom hydrauliken, vanligen som statiskt tätningsselement, men även som dynamiskt. Statiska tätningar är sådana där det inbördes läget mellan tätningsytorna förblir oförändrat. De små deformationer som orsakas av trycket accepteras dock. En dynamisk tätning är en sådan där relativ rörelse mellan tätningsytorna förekommer som inte orsakas enbart av tryckvariationerna. När O-ringen används i förbindelselement är detta som en statisk tätning.

Som namnet antyder har O-ringen cirkulärt tvärsnitt. Vanligvis är den gjort av nitrilgummi med en IRH-hårdhet på 70–90°. Dimensionerna finns standardiserade enligt ISO 3601/1. Standarddimensioner finns upptill 7 mm i tvärsnittsdiameter och 670 mm i innerdiameter. O-ringens inbyggnad görs så att hoptryckningen blir ca 10–20 % av tvärsnittsdiametern vid

statiska tätningar. Vid hoppresningen bildas ett initialt yttryck. När hydraultrycket stiger ökar O-ringens yttryck proportionellt och omöjliggör vätskepassage.

I princip fungerar O-ringens som en vätska med mycket hög ytspänning. Ifall tätningssytorna har tillräckligt hög ytfinitet fås med O-ringens en mycket god tätning.

(Ahlgren, Andersson & Ingvast 1988, s. 42–52).

3.3 Slangsammanställning

Hydraulslangarna i ett system är väldigt viktiga, samtidigt är de oftast också de svagaste länkarna fast de har byggts in på ett lämpligt sätt. Om ett fel uppstår på en hydraulslang orsakar det oftast ett läckage, en koppling som släpper alternativt en slangexplosion. Oftast leder detta till ett driftstopp av maskinen men kan även utgöra en säkerhetsrisk.

3.3.1 Kopplingstyper

Generellt finns det två typer av kopplingar. Presskopplingar och skruvade kopplingar. Presskopplingarna är idag det vanligaste alternativet med flera olika modeller. Det här betyder att man med ett lämpligt verktyg – oftast hydrauliskt – pressar ihop den del av kopplingen som omger slangen och åstadkommer en plastisk formförändring som sammanfogar slang och koppling. Det är mycket viktigt att pressningen blir korrekt utförd. Ifall den pressas ihop för lite kan kopplingen läcka och lossna från slangen. Ifall den pressas ihop för mycket skadas armeringen i slangen, som kan leda till haveri.



Figur 9. Hydraulisk slangpressningsmaskin (Finnpower u.å.)

Presskopplingarna finns i olika utföranden. De kan vara med en separat presshylsa eller med hylsan integrerad i kopplingen. Vidare kan man montera kopplingen direkt på slangen, eller så ska slangen skalas utvändigt och ibland invändigt före pressningen.

Skruvade kopplingar används inte i någon större utsträckning idag. Gamla maskiner kan ha sådana kopplingar. Funktionen är liknande, men istället för att pressa ihop ytterhylsan är innerdelen konisk och försedd med gängor mot slangen. När man skruvar in kopplingen i slangen åstadkoms en klämkraft mellan kopplingen och ytterhylsan vilken håller fast slangen. Fördelen med dessa kopplingar är att de går att demontera och återanvända till

skillnad från pressade kopplingar. Skruvade kopplingar passar till låga och medelhöga trycknivåer. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2013, s. 426)

3.3.2 Slanglängd

Sättet hur slanglängden ska definieras beror på vilken typ av koppling det är frågan om. I princip mäts slanglängden mellan kopplingarnas tätningsytor, vid koniska tätningar till tätningsytans ytterkant. Detta gäller både vid utvändig och invändig kona. För vinkelkopplingar mäts längden till skärningspunkten av centrumlinjen och tätningsytans ytterkant. Ett specialfall är amerikanska kopplingar – förutom ORFS – som mäts till mutterns ytterkant. Vid banjokopplingar mäts slanglängden till banjobultens centrum. Rörstudskopplingar mäts till rörets ytterkant. (Parker 2007, s. Aa-9)

De flesta installationer har någon böjning på slangen. För att slangens livslängd inte ska reduceras är det av yttersta vikt att den första delen av slangen direkt efter kopplingen får vara rak. Rekommendationen för detta varierar om det är frågan om en fast eller rörlig installation. Slangens övriga dimensioner påverkar också t.ex. en ¼ ” slang kan rekommenderas måttet 20 gånger slangens innerdiameter mellan kopplingens centrum och böjningen på slangen medan en 2 ” slang kan rekommenderas fem gånger innerdiametern. (Dunlop Hiflex 2014, s. 9)

Ett annat sätt att ange den rekommenderade längden är 1,5 gånger ytterdiametern på slangen mellan böjningen och hylsans kant mot slangen. (Hydroscand u.å., s. 467).

Slangens längd varierar med dess inre tryck beroende på armeringens vinkelförhållande mot slangens centrumlinje. Vid trycksättning uppstår dragspänning i armeringstrådarna p.g.a. att slangen expanderar. Om armeringstrådarna låg parallellt med slangens centrumlinje skulle trycksättningen medföra en kraftig diameterökning av slangen, medan om de låg vinkelrätt mot centrumlinjen skulle slangens längd öka kraftigt.

Armeringstrådarnas vinkel mot centrumlinjen är ca 54° som är en bra kompromiss mellan diameterökning och längdökning. Ökning av slangens diameter förorsakar dock ofta en längdminskning, och vice versa. Enligt standard EN/ISO 1402 får en hydraulslang som används vid maximalt arbetstryck inte variera mer än +2 % till -4 % i längd. Detta bör beaktas i bestämning av slanglängd. (Ahlgren, Andersson & Ingvast 1988, s. 117)

3.3.3 Trycktålighet

I de internationella slangstandarderna anges tryckkrav för olika slangtyper och vilken säkerhetsfaktor de ska konstrueras för. Tillverkaren anger normalt arbetstryck och sprängningstryck vid försäljning.

Arbetstryck

Den trycktålighet som anges för slangar är främst arbetstrycket, med andra ord vilket högsta innertryck som kan användas. Systemtryck är det tryck som hydrauliksystemet är inställt för. Systemtryck + tryckstötar som uppkommer i systemet måste hållas lägre än detta arbetstryck. Storleken på tryckstötar beror på ledningarnas dimensioner och ventilers stängningshastighet m.m. Tryckstötar i ett system kan vanligen bara bestämmas med känsliga elektroniska instrument som kan mäta trycket med millisekunders intervall, vilka är ovanliga. Så man bör bedömma vilket arbetstryck slangen ska uppfylla, och därefter välja en lämplig slangtyp.

Provtryckning

Provtryckningen görs oftast på kundens begäran och kan göras med en metod som finns specificerad i standard ISO 1402. Testet bör göras vid normal temperatur och med en provbänk som använder vatten eller någon annan lämplig vätska. Slangen trycksätts för 30–60 sekunder med det dubbla arbetstrycket. Under trycksättningen får det inte förekomma något läckage eller sjunkande tryck. En komplett testrapport ges till kunden.

Sprängningstryck

Vanligen görs hydraulslangar med säkerhetsfaktor fyra mot sprängning. Detta betyder att slangen ska klara fyra gånger högre tryck än arbetstrycket innan den sprängs.

Sprängningstrycket bör aldrig påverka valet av hydraulslang, det är endast ämnat för test i tillverkningskedet. (Parker 2007, s. Aa-2).

3.3.4 Livslängd

Livslängden på hydraulslangen är svår att förutse därför att slangen är en komplex produkt och de parametrar som påverkar livslängden är många. Livslängden varierar med olika slangkonstruktioner, samt hur slangpressningen blir utförd. Som redan behandlades bör pressningen utföras med lagom mycket krympning för att få en åtsittande koppling men den får inte vara så tät att armeringen skadas.

Vidare så är användningsmiljön och den använda fluiden en viktig aspekt. Olika ämnen gör att slangen åldras snabbare. Utformningen av hydrauliksystemet och hur slangen monteras

är också mycket avgörande bl.a. ska små böjningsradier undvikas samt antalet böjningar göras så lågt som möjligt. Om möjligt bör vinkelkopplingar användas där slangen måste böjas.

Vridning av slangen får inte förekomma, endast böjning. 7° vridning av slangen kan reducera livslängden med 90 %. (Dunlop Hiflex 2014, s. 7).

Påpekas bör att hydraulslangens livslängd inte är oändlig fastän den arbetar under perfekta förhållanden.

3.3.5 Säkerhet

Personskador som uppkommit p.g.a. en tunn vätskestråle mot huden får inte behandlas som ett enkelt skärsår, uppsök läkare utan fördröjning. Trycksatt vätska kan orsaka allvarliga skador. Det kan vara nästan osynligt om det kommer från ett mycket litet hål och gå igenom huden in i kroppen. Rör inte en trycksatt hydraulslang med kroppen. Arbetsplatser som har närliggande tryckledningar bör ha någon form av skyddsanordning för operatören, exempelvis skyddsplåtar. (Parker 2007, s. Aa-5)

3.4 Slangdimensionering

I hydrauliksystem bör man känna till vilka tryckförluster som är acceptabla i de olika ledningarna. Exempelvis för stor tryckförlust i hydraulpumpens sugledning leder till kavitation i pumpen. Enkelt förklarat är det luftbubblor i vätskan som imploderar – i motsats till exploderar – när trycket höjs. Om detta får fortsätta uppstår det skador, främst i pumpen. Detta undviks bl.a. genom att begränsa hastigheten i sugledningen. I övrigt så begränsas ledningarnas dimensioner av utrymme, pris m.m. Stora tryckförluster leder till hög värmeutveckling som förkortar livslängden på hydraulsystemet.

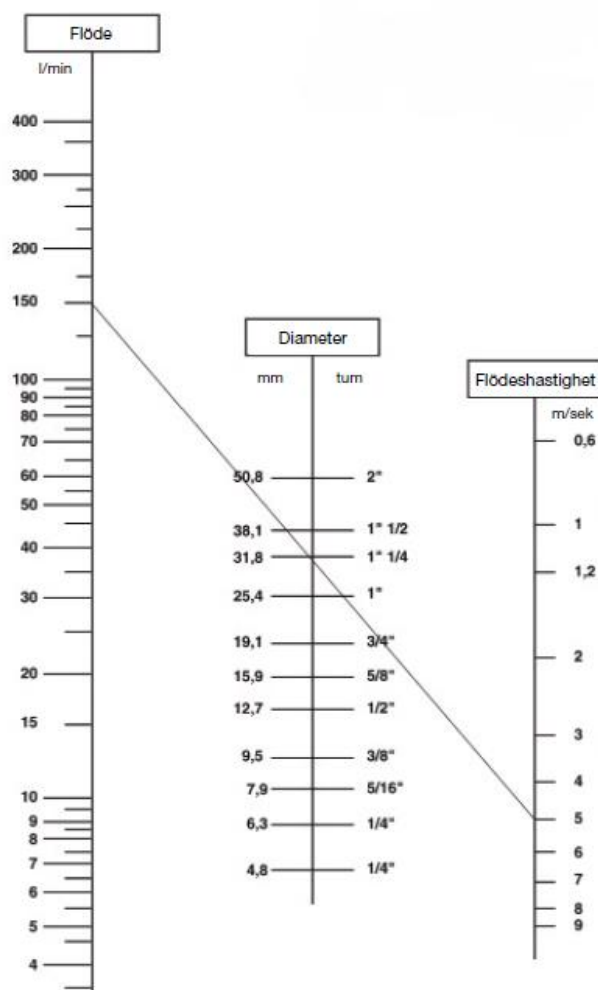
Höga strömningshastigheter förorsakar också oljud, främst där det uppkommer tryckstötter när ventiler stänger.

Några tumregler vid val av strömningshastigheter:

- Sugledning max. 1 m/s om pumpen har positiv tillrinning av hydraulvätskan, med andra ord om den inte behöver suga upp vätskan.
- Tryckledning 2–7 m/s.
- Returledning 1–3 m/s.

I enskilda fall kan det finnas skäl att avvika från dessa tumregler, t.ex. anger pumpens NPSH-värde vilket undertryck den klarar av utan att kavitation uppstår. Hastigheten kan i specialfall anpassas till det NPSH-värde som pumpen anges klara av. I vissa fall kan man av praktiska skäl inte använda grova ledningar p.g.a. utrymmesbrist och får då högre hastigheter i ledningarna.

Enkel slangdimensionering kan utföras enligt nedanstående nomogram:



Figur 10. Flödesnomogram (Dunlop Hiflex 2014)

Genom att dra en linje från den vänstra kolumnen med erforderligt flöde till den högra kolumnen med den rekommenderade flödeshastigheten fås en skärningspunkt med den mittersta kolumnen som anger lämplig slangdiameter.

3.5 Utformning

Utformningen av hydraulledningssystemet och miljön det arbetar i påverkar direkt livslängden på systemet. Lämpligt utseendet på slangsystemet maximerar livslängden och därmed funktionssäkerheten. När en slanginstallation är rak måste slangen vara tillräckligt lång (se avsnittet slanglängd) för att tillåta de längdförändringar som uppkommer i slangen vid trycksättning. En för kort slang medför dragspänningar i slangen och reducerar livslängden drastiskt. Slangens längd måste väljas så att den tillåts röra sig och vibrera utan att skapa spänning i slangen. Slanglängden måste dock väljas omsorgsfullt, en för lång slang kan börja nöta på övriga komponenter. Man bör också vara noggrann med att slangarna inte utsätts för vridning vid olika rörelser, vilket är väldigt kritiskt för livslängden.

När man utformar ett slangsystem går det ofta att minska antalet böjningar av slangen genom att använda vinklade kopplingar, högst en böjning på slangen är önskvärt. På detta sätt fås också en installation som tar mindre plats och är enklare att montera.

Ledningarna ska fastsättas med klammer för att hålla dem på rätt plats och för att de inte ska komma i kontakt med ytor som kan skada ytterhöljet. Det är emellertid viktigt att slangen inte fastsätts så att den förhindras att ändra längd när den trycksätts.

(Parker 2016, s. Aa-11).

3.6 Montering

Vid monteringen är det första man bör tänka på att vara noggrann med renlighet. Arbetsplatsen måste vara ren, inget arbete med slipning eller spånskärande bearbetning får förekomma vid montering. Smuts i hydrauliksystemet är väldigt dåligt och kan orsaka problem i maskinens funktion.

Töjning av slangarna bör undvikas, så också att böja dem till en mindre radie än rekommenderat. Vridning av slangarna under montering bör undvikas, de har en långsgående markering som används som referens vid detta moment.

Ifall systemet består av olika typer av slangar eller olika trycksystem bör man tänka på att inte klamra ihop dessa slangar eftersom ytterhöljerna kan nötas mot varandra p.g.a. de olika längdförändringar som sker vid trycksättning.

Generellt bör slangarna monteras på ett sådant sätt att de inte har direkt kontakt med ytor som kan orsaka abrasiv nötning av ytterhöljet, exempelvis hörn och liknande. Om detta inte går att undvika bör slangen förses med ett extra skyddande ytterhölje.

4 Tillvägagångssätt

I detta kapitel berättas om arbetsgången för uppgiften. För att få en klar inriktning för examensarbetets upplägg hölls planeringsmöten ett antal gånger. Under planeringsmötena diskuterades vad som är väsentligt för företaget och vad som ger mest nyttig information för de anställda.

4.1 Förstudier

När det var bestämt vad examensarbetet skulle innehålla sökte jag efter olika tillverkares slang- och kopplingskataloger, för att få en uppfattning om vad det fanns för olika standardkomponenter och eventuella beteckningssystem. Väldigt många kataloger hittades på internet. Från dem gavs mycket information om bl.a. olika standarder som tillämpas, förfarandet vid beställning av slangar m.m. Ganska tidigt konstaterades att det finns många olika standarder för hydraulkopplingar som mycket sällan går att kombinera med varandra p.g.a. olika gängor och tätningssystem. Gängorna och tätningstyperna är – som tidigare påpekat i detta dokument – mycket starkt påverkade av tillverkningslandet eller den marknad de är ämnade för. Det har gjorts försök att minska på antalet olika standarder, men det är ingen lätt uppgift att sluta med någon viss standard när den har stark etablering på marknaden, med avseende på tillverkade maskiner och reservdelslager m.m.

För mera grundkunskaper i ämnet lånades litteratur inom området på biblioteket och av bekanta. Trots att uppgiften inte handlade om dimensionering var det adekvat att inneha lite mera grundkunskaper i ämnet. Några gånger kontaktades olika företag som pressar slangar för frågor om sådant som inte hittades i litteraturen.

Vissa tillverkare har i sina beställningskataloger ett system man kan följa när man ska göra en slangbeteckning med dess olika komponenter. Småskalig tillverkning vid företag som pressar hydraulslangar sker med endera en defekt slang som man kopierar eller med en skiss/ritning på hydraulslangen som ska tillverkas.

Beteckningen för sammanställningen som vissa tillverkare har angett anvisningar för har lite varierande utseende, men det som skiljer mest är de olika komponenternas beteckningar.

Detta gör att man inte kan identifiera en slangbeteckning utan tillverkarens kataloger och kännedom om på vilket sätt koden är uppbyggd.

4.2 Leverantören

I LKI:s ERP-system finns alla artiklar som används angivna med en artikelnummer. Artiklarna har olika namn och interninformation som beskriver dess egenskaper. En del av uppgifterna gällande hydraulslangarna var sådan som härstammade från tidigare underleverantörer och som inte gick att uttyda utan leverantörernas information om dessa. Uppgifter gavs om deras nuvarande huvudsakliga slangleverantör som i sin tur beställer av en slangtillverkare i Tammerfors.

Slangtillverkaren har besökt LKI och specificerat alla hydraulslangar som ska beställas av dem, så när en slang beställs med en artikelnummer vet tillverkaren hur slangens ska se ut. Denna information fanns dessvärre inte i LKI:s ERP-system. Leverantören kontaktades angående detta. De var mycket hjälpsamma och gav beteckningar på de hydraulslangar som blivit beställda det senaste året. Uppgifter gavs om att slangtillverkaren använder hydraulikkomponenter av en italiensk tillverkare som heter Intertraco. Intertraco ger inga anvisningar om hur man ska göra beteckningar för sammanställningar. Identifiering av alla de komponenter som används till LKI:s hydraulslangar lyckades dock med hjälp av deras kataloger.

Efter studier av de olika tillverkarnas system och beteckningar ordnades ett nytt planeringsmöte på LKI. En presentation av erhållna kunskaper hölls och utgående från dessa planerades fortsättningen av examensarbetet. Det konstaterades att eftersom det finns så många olika tillverkares egna beteckningar, skulle det troligen bli bäst att hålla sig till den huvudsakliga leverantörens beteckningar och benämningssystem.

4.3 Beteckningssystem

De ville ha en standard som ger tydliga anvisningar om hur hydraulslangarnas beteckningar är uppbyggda och hur de ska tolkas. Denna standard skulle även användas vid nykonstruktion. Standarden skulle endast innehålla nödvändig information om de komponenter som används vid LKI:s tillverkning. Dessutom skulle standarden vara på engelska.

Standarden går att länka till hydraulslangarna i ERP-systemet så man där kan utläsa den exakta betydelsen av slangbeteckningen. Den beteckning som används vid slangpressningen har följande utseende:

Slangtyp/Koppling A/Koppling B/Totallängd/Vinkel mellan kopplingar

Här följer ett exempel som förtydligar beteckningen:

Slangtyp d.v.s. vilken standard för slangen som ska användas och dess innerdiameter utläses ur Intertracos slangkatalog, exempelvis SC21612. Denna slang har två stålwire-armeringslager, den uppfyller kraven för SAE 100 R16 och har DASH-nummer -12 vilken har en innerdiameter på $\frac{3}{4}$ tum. Denna slangtyp i olika diametrar är mycket vanlig inom industrin med ett tillåtet arbetstryck på 400 bar för de mindre dimensionerna.

Koppling A och Koppling B är de olika, eller likadana kopplingarna i ändarna av slangen. De kopplingar som används vid LKI är uteslutande av modellen med en separat presshylsa. När man vet vilken typ av koppling man vill ha, exempelvis JIC 37° med 90° böj, mutter och DASH-storlek -12 på både slang och gänga, blir beställningsnummern enligt katalog FJ91B121295. Om man i andra änden vill ha en ORFS-koppling med 45° böj och mutter i DASH-storlek -10 till denna slang blir nummern OR43B1210.

Totallängden finns förklarad i teoridelen (se slanglängd). Den beror på vilken typ av kopplingar som används. Här används $L=1350$ mm.

Vinkeln mellan kopplingar behövs endast om hydraulslangen har två vinkelkopplingar. För att slangpressningen ska bli korrekt utförd behövs tydlig information om detta. Vinkeln anges så att man håller slangen horisontellt och med riktning ifrån sig själv. Man utgår från den koppling som är längre bort och håller den uppåt. Vinkeln till den närmare kopplingen mäts i förhållande till kopplingen längre bort med ökande vinkel medurs, 0°–360° (se Bilaga 1). I detta exempel används 75°.

Slangbeteckningen för denna sammanställning skulle alltså bli:

SC21612/FJ91B121295/OR43B1210/L=1350/75°

4.4 Standarden

Vid förståelse av hur beteckningarna var uppbyggda skulle nu göras en standard som LKI kunde efterfölja för att namnge nya slangar och kunna tolka de beteckningar som fanns färdigt. Ett Word-dokument gjordes med endast de slangar och kopplingar ur Intertracos kataloger som används i LKI:s produktion, för att få mycket korta och lättbegripliga anvisningar. Utöver slangtyper och kopplingstyper behövdes också hur man mäter slanglängden med olika kopplingstyper, samt hur man mäter vinkelförhållandet ifall hydraulslangen består av vinkelkopplingar i båda ändarna. Standarden skulle gå att utöka med fler komponenter vartefter det behövs.

4.5 Implementering

De slangbeteckningar som erhållits av leverantören användes för att uppdatera beteckningarna på de slangar som redan fanns med i produktionen. Den information som fanns från tidigare leverantörer behövdes inte längre. En tabell gjordes över de komponenter som fanns med i ERP-systemet, sedan gjordes nya beteckningar efter den standard som utarbetats.

För ett par maskiner var det ett paket bestående av hydraulslangar och övriga hydraulikkomponenter som beställdes med endast en artikelnummer för hela paketen. De paketen hade blivit specificerade av utomstående företag och levererades av de samma.

Uppgiften angående det var att tolka alla slangar, gängor och tätningar i de levererade paketen, och anteckna vad dessa paket innehöll. Paketen var från två



Figur 11. Hydraulslangar

olika tillverkare och såg relativt olika ut. De båda paketen innehöll några olika hydraulslangar, men också skarvniplor och skärkopplingar samt övriga hydraulikkomponenter.

Gängornas ytter- eller innerdiameter mättes med skjutmått, och dess delning med gängtolk, där delningen gick att mäta beroende på om gängtolken rymdes in i kopplingen vid invändig gänga. En tabell över olika gängtyper fanns till hjälp när gängorna skulle tolkas. I de fall där en innergänga inte kunde tolkas, kontrollerades det med en koppling med känd yttergänga för att fastslå dess typ. De flesta komponenterna fotograferades för att ha bilderna till hjälp vid fortsatt dokumentation.

Fortsättningen blev att göra en förteckning över alla komponenter i en Excel-fil med hydraulslangarnas egenskaper angivna enligt LKI-standard. Försök att hitta komponenterna i de olika tillverkarnas kataloger gjordes för att säkerställa korrekt tolkning. Detta visade sig vara lättare sagt än gjort, men för slangarna kunde exempelvis kontrolleras att de uppföll samma standard – EN 857 – och välja slang efter det ur Intertracos sortiment.

Den ena sortens slang var inte en gummislang som de övriga, utan en termoplastslang. Denna slang hade en annan sorts beteckning och passade inte in i de övrigas beteckningssystem, så där fick egenskaper anges med lite förklarande ord. Det var till stor hjälp att komponenterna fotograferats när styckelistor skulle göras. Det finns så många olika typer av T-stycken och adaptrar att det inte räcker att veta endast vilken gänga det ska vara. Det kan vara både ut- eller invändiga gängor, skärkoppling på någon port o.s.v. De gängor som använts var några få olika metriska gängor och några olika BSP-gängor, vilket förenklade tolkningsprocessen.

5 Resultat

De eftersträvade förbättringarna uppnåddes. Först studerades de befintliga beteckningssystemen, för att sedan i samråd med företaget bestämma vilken riktning som skulle väljas med uppgiften. Beslutet blev att hålla sig till de beteckningar som deras nuvarande slangleverantör använder. Det fanns inga beskrivningar för det beteckningssystem som valdes att fortsätta med. Tydliga anvisningar gjordes för hur hydraulslangarna ska betecknas. Endast de komponenter som används till de slangar som LKI använder lades till i anvisningsdokumentet. De nya beteckningarna korrelerar med slangtillverkarens beteckningar.

Efter uppgjorda anvisningar gjordes nya beteckningar för de slangar som används i LKI:s produktion med hjälp av de uppgifter som fåtts av slangleverantören.

Till sist gjordes en förteckning över två övriga slangpaket som beställdes från andra företag. De paketen saknade noggrann information på LKI. Alla komponenters egenskaper och antal kontrollerades. De hydraulslangar som fanns i paketen gavs beteckningar enligt den standard som utvecklats.

Resultatet blev ett standardiserat sätt för angivning och uttydning av beteckningar på de hydraulslangar som används i LKI:s produktion. Standarden är lättförståelig och tydlig för att undvika eventuella missförstånd.

6 Diskussion

Detta examensarbete var en intressant uppgift som gav mycket förståelse för olika typer av hydraulslangar. Innan förstudierna till denna uppgift inleddes funderade jag hur detta skulle kunna bli ett komplett examensarbete, vilket löste sig . Första reaktionen i början av denna uppgift var att det fanns väldigt många olika standardkopplingar. Att det skiljer på brittiska tumsgångor och amerikanska tumsgångor var för mig okänt. Att sedan hålla reda på de olika standarderna kräver en del kunskap i ämnet, vilket tillhandahållits med detta examensarbete.

I början funderades om det fanns något universalsystem som allmänt används inom större företag, vilket man skulle kunna använda sig av. Dock visade det sig att något sådant fanns inte utan beteckningarna är tillverkarspecifika. Med kunskap om hur slangbeteckningen är uppbyggd och vad de olika komponenternas nummer står för kan man förstå dess egenskaper. Det kändes uppskattat att reda ut saker som företaget kan ha nytta av framöver. Handledare och övrig personal på företaget var mycket hjälpsamma och försåg mig med den information som behövdes för att kunna utföra detta projekt.

Källförteckning

Ahlgren, B., Andersson, R. & Ingvast, H. 1988. *Installera hydraulik*. Örnköldsvik: Institutet för Tillämpad Hydraulik (ITH)

Continental 2015 [Online]. *Hydraulic fitting*.
www.veyance.com/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=25215 [Hämtat 23.6.2016]

Dunlop Hiflex 2014 [Online]. *Industrial solutions*.
<http://www.norrlandshydraulik.se/wp-content/uploads/2014/03/DunlopHiflex-Kopplingar.pdf> [Hämtat 23.6.2016]

Finn-power (u.å.) [Online]
http://www.finnpower.co.uk/files/1014/0776/2562/General_Brochure.pdf
[Hämtat 27.9.2016]

Gates 2015 [Online]. *Hydraulic hose, couplings+equipment*.
<http://www.gates.com/~media/files/gates/industrial/fluid-power/catalogs/hydraulic-hose-couplings-and-equipment-2015-products-catalog.pdf?la=en> [Hämtat 30.6.2016]

Hydroscand (u.å.) [Online]. *Teknisk information*.
http://www.hydroscand.se/MediaBinaryLoader.axd?MediaArchive_FileID=2b73bb8f-3ac9-44c3-923e-a7da1c2cbdb2 [Hämtat 11.7.2016]

Kauranne, H., Kajaste, J. & Vilenius, M. 2013. *Hydrauliteknikka*. (2 uppl.) Helsinki: Sanoma Pro Oy

LKI 2016 [Online]
http://www.lki.net/history_lki [Hämtat 20.7.2016]

Parker 2007 [Online] *Hydraulic hose, fittings and equipment*.
<http://www.supertechnical.com/CATALOGUE/Fluid-Connectors-and-Seals/Parker-Hose-Technical-handbook.pdf> [Hämtat 23.6.2016]

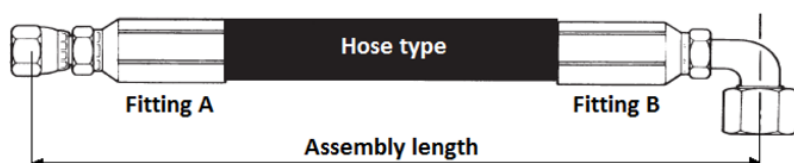
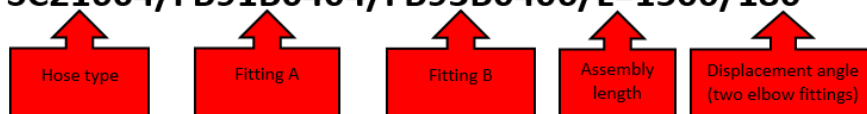
Ryco (u.å.) [Online]
<http://www.ryco.com.au> [Hämtat 27.9.2016]

Specmahydraulics (u.å.) [Online]
<http://www.specmahydraulics.se> [Hämtat 3.9.2016]

Delar från anvisningsdokumentet:

The order number consists of:

SC21604/FB91B0404/FB93B0406/L=1500/180°



Assembly length



BSP fittings with swivel nuts are measured to the end of the sealing head. Elbows are measured to the summit of the end of the sealing head and the centerline.

Displacement angle

If the assembly consists of two elbow fittings there must be a displacement angle specified.

1. Hold the hose assembly as if you are looking into a telescope.
2. Position the elbow at the far end at 12 o'clock (straight up).
3. Identify the position of the closest fitting according to the examples below

